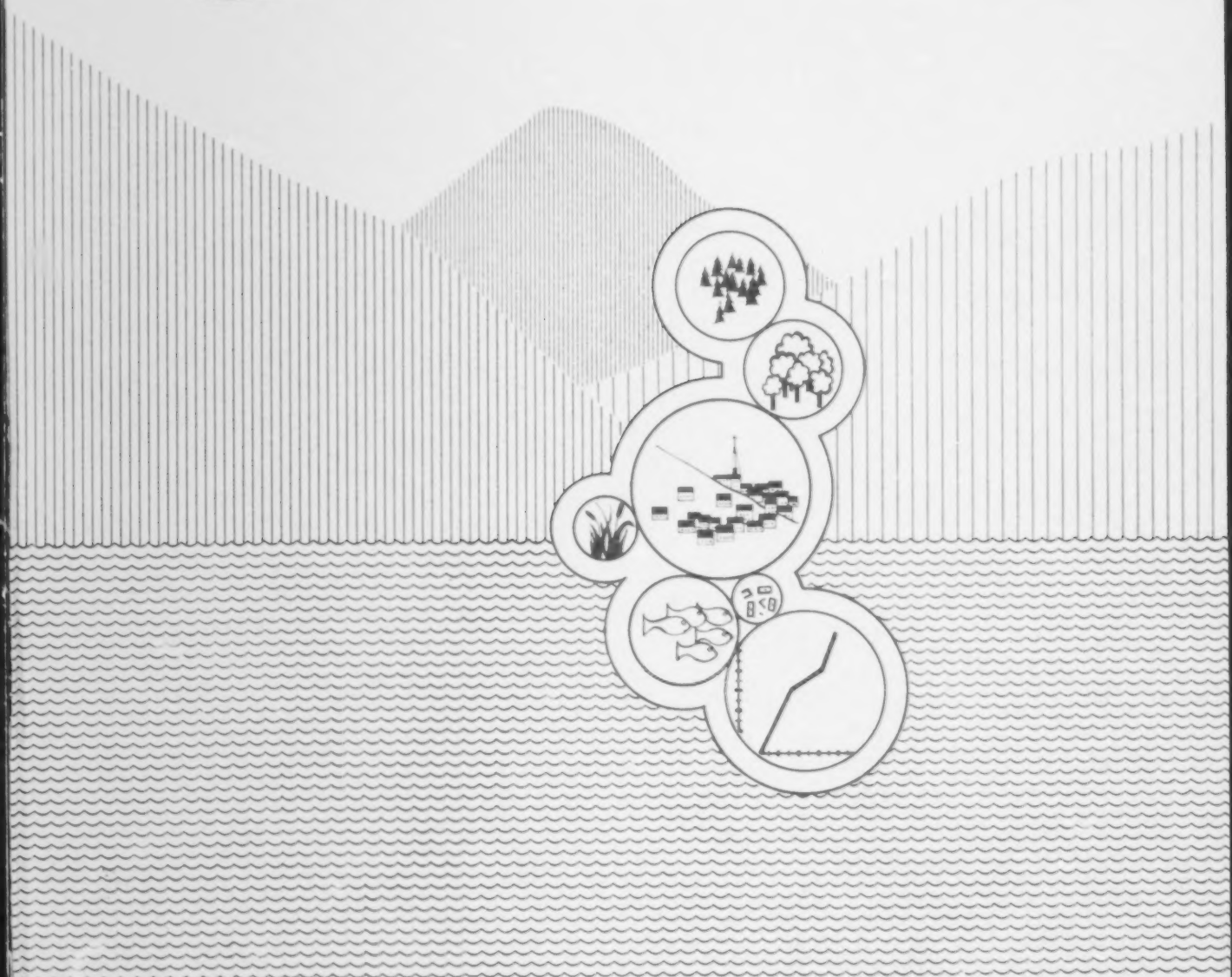
GOUVERNEMENT
DU QUÉBEC
MINISTÈRE
DES RICHESSES
NATURELLES
DIRECTION GÉNÉRALE
DES EAUX

LEGISLATIVE LIBRARY OF ONTARIO
TORONTO
AUG 11 1975
RECEIVED

ÉTUDE LIMNOLOGIQUE
LACS MASSON ET DUPUIS
COMTÉ DE TERREBONNE



QUÉBEC 1974 service qualité des eaux Q.E.-4

105-04668/

ÉTUDE LIMNOLOGIQUE

(P.I.E. 72)

LACS MASSON ET DUPUIS

(Comté de Terrebonne)

COORDONNATEURS

MICHEL P. LAMONTAGNE, biol. D.E.A.

Directeur int.

Service Qualité des Eaux

JEAN-PIERRE GAUTHIER, biol.

Chef, division Limnologie

CHARGÉS D'ÉTUDES SECTORIELLES

BIOGÉOGRAPHIE	:	Jacques Alain, géographe
BIOLOGIE		
- MACROPHYTES	:	Ginette Gour, biologiste
- INVERTÉBRÉS		
- ALGOLOGIE	:	Philippe Gentes, biologiste
PHYSICO-CHIMIE		
- ANALYSE	:	José Lopez, chimiste
- INTERPRÉTATION	:	Robert Gagné, chimiste
RELEVÉS	:	Rémy Levesque, T.D.
	:	Pierre Lemoyne, T.D.
	:	Denis Robichaud, tech.

TABLE DES MATIÈRES

		Page
INTRODUCTION		1
PREMIÈRE PARTIE -	CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES LACS MASSON ET DUPUIS ET RECOMMANDATIONS	
Chapitre 1	CARACTÉRISTIQUES LIMNOLOGIQUES	5
	1.1 MORPHOMÉTRIE	6
	1.2 PRODUCTION PRIMAIRE 1.2.1 Phytoplancton 1.2.2 Macrophytes	7
	1.3 PRODUCTION SECONDAIRE	8
	1.4 ÉTAT CHIMIQUE ET PHYSIQUE	9
	1.5 CLASSIFICATION TROPHIQUE	10
Chapitre 2	LE MILIEU ENVIRONNANT	13
Chapitre 3	UTILISATIONS ACTUELLES ET POTENTIEL D'UTILISATION	15

Page

Chapitre 4 RECOMMANDATIONS 19

4.1 LAC MASSON 21

4.1.1 Baie du Nord
4.1.2 Baie adjacente à la municipalité de l'Estérel
4.1.3 Baie adjacente à la municipalité de Ste-Marguerite-du-Lac-Masson

4.2 LAC DUPUIS 24

4.2.1 Contrôle des mauvais goûts et des odeurs nauséabondes
4.2.2 Problèmes du lac Dupuis
4.2.3 Méthode d'aération artificielle

DEUXIÈME PARTIE - ANALYSE DES ÉTUDES SECTORIELLES

Chapitre 1 ANALYSE BIOGÉOGRAPHIQUE 31

1.1 PRÉSENTATION MORPHOMÉTRIQUE 32

1.2 PRÉSENTATION DU MILIEU PHYSIQUE 33

1.2.1 Géologie de la roche en place
1.2.2 Géologie des dépôts meubles
1.2.3 Pédologie
1.2.4 Végétation
1.2.5 Climatologie
1.2.6 Hydrologie
1.2.7 Classification du rivage

1.3 PRÉSENTATION DU MILIEU HUMAIN 36

1.3.1 Utilisation du sol
1.3.2 Analyse démographique
1.3.3 Analyse économique

		Page
Chapitre 2	ANALYSE BIOLOGIQUE	41
	2.1 ALGOLOGIE 2.1.1 Lac Masson 2.1.2 Lac Dupuis 2.1.3 Biomasse planctonique	44
	2.2 MACROFAUNE BENTHIQUE	47
	2.3 MACROPHYTES	50
Chapitre 3	ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DU LAC MASSON	53
	3.1 TEMPÉRATURE	54
	3.2 OXYGENE DISSOUS	54
	3.3 pH ET ALCALINITE	56
	3.4 CONDUCTIVITÉ ET D.B.O_5	56
	3.5 AZOTE (NO_3) ET PHOSPHORE (PO_4)	56
	3.6 ÉTAT PHYSICO-CHIMIQUE DES TRIBUTAIRES	57

		Page
Chapitre 4	ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DU LAC DUPUIS	59
	4.1 TEMPÉRATURE ET OXYGÈNE DISSOUS	60
	4.2 pH	60
	4.3 CONDUCTIVITÉ ET $D.B.O._5$	61
	4.4 FERTILISANTS	61
CONCLUSION ET REMERCIEMENTS		63
LEXIQUE		65
BIBLIOGRAPHIE		69

LISTE DES TABLEAUX

1 - UTILISATIONS ACTUELLES ET POTENTIEL D'UTILISATION 17

2 - UTILISATION DU SOL 36

3 - RÉPARTITION ET ANALYSE DE LA POPULATION 38

LISTE DES FIGURES

1 - MATRICE DES LACS MASSON ET DUPUIS 43

2 - DISTRIBUTION DES MACRO-INVERTÉBRÉS BENTHIQUES EN POURCENTAGE D'INDIVIDUS PAR FAMILLE AUX STATIONS DU LAC MASSON 49

INTRODUCTION

Dans le cadre de son Programme d'Inventaire Ecologique des principaux lacs du Québec (P.I.E.), le Service Qualité des Eaux a étudié, au cours de 1972, les lacs Masson et Dupuis situés dans le comté de Terrebonne.

Cette étude avait pour but de diagnostiquer l'état actuel de ces lacs et de suggérer aux utilisateurs certaines mesures préventives pour son amélioration et sa protection. L'analyse des résultats de cette étude est présentée ici sous forme de rapport écrit et d'une carte écologique.

La Direction générale des Eaux accorde une très grande importance à la sensibilisation de la population en ce qui concerne les travaux qu'elle effectue. Dans cet ordre d'idées et tout particulièrement pour les études limnologiques, les spécialistes prévoient deux rencontres avec les principaux intéressés; l'une précédant l'étude de façon à connaître les problèmes existants et l'autre faisant suite à l'étude afin de présenter et discuter les résultats obtenus. C'est à cette dernière occasion que les solutions sont apportées.

Le Service Qualité des Eaux ne peut remplir sa tâche adéquatement sans une participation et une collaboration étroite des utilisateurs de la ressource eau. A la suite de la publication de ce rapport, les responsables des études limnologiques souhaitent recevoir tous les commentaires et toutes les suggestions susceptibles d'améliorer la qualité de ces études. Pour ce faire, les recommandations devront être adressées à:

Michel P. Lamontagne,
Directeur intérimaire,
Service Qualité des Eaux,
Ministère des Richesses naturelles,
555 Boul. Henri IV,
Sainte-Foy, Québec,
G1P 3W8

PREMIÈRE PARTIE

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES LACS MASSON ET DUPUIS ET RECOMMANDATIONS

CHAPITRE I

CARACTÉRISTIQUES LIMNOLOGIQUES

Les lacs Masson et Dupuis sont situés dans les municipalités de Sainte-Marguerite-du-lac-Masson et de l'Estérel, dans le comté de Terrebonne. Le lac Masson est un lac mésotrophe, tandis que le lac Dupuis est un lac vraiment eutrophe. Leur formation est due à l'action des glaciers et date d'environ onze mille ans.

La mésotrophie est le stade évolutif intermédiaire entre l'oligotrophie (faible production biologique) et l'eutrophie (production biologique intense).

1.1 MORPHOMÉTRIE

Le lac Masson possède des berges et des rivages très découpés qui permettent de distinguer quatre baies importantes. Le rapport périmètre/surface est de 9.63 et la capacité d'emmagasinement est de $1{,}160.5 \times 10^6$ pieds cubes. D'après la méthode de classification de Rawson (1955), on peut classifier le lac Masson parmi les lacs du type oligotrophe.

oligotrophe α β mésotrophe α β eutrophe

MASSON

Toujours d'après cette méthode de classification, le lac Dupuis est du type mésotrophe β. Son périmètre est de 3.53 milles et sa capacité d'emmagasinement de 41.6×10^6 pieds cubes.

oligotrophe α β mésotrophe α β eutrophe

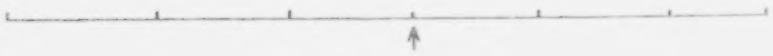
DUPUIS

1.2 PRODUCTION PRIMAIRE

1.2.1 Phytoplancton

La biomasse planctonique du lac Masson est deux fois supérieure à celle du lac d l'Achigan qui est situé dans la même région, et dont le stade trophique est oligotrophe β. Au point de vue qualitatif, les principaux genres d'algues qui ont été recueillies au lac Masson au cours de l'été font partie des Bacillariophycées. On note cependant l'apparition de Myxophycées au mois d'août; ces dernières caractérisent l'installation de conditions eutrophes dans le milieu. Les indices phytoplanctonique de classification (Hutchinson, 1967) nous donnent l'image d'un lac de type mésotrophe.

oligotrophe α β mésotrophe α β eutrophe



MASSON

Le lac Dupuis, pour sa part, a des caractéristiques très différentes du lac Masson. On y retrouve des associations d'algues qui sont reconnues comme spécifiques des milieux eutrophes. Ces mêmes algues dégagent des odeurs nauséabondes et se développent de façon massive durant certaines périodes de l'été. On constate aussi que la biomasse planctonique s'avère quatre fois supérieure à celle du lac Masson durant le mois d'août. Ces caractéristiques nous permettent de classifier le lac Dupuis comme étant du type eutrophe.

oligotrophe α β mésotrophe α β eutrophe

DUPUIS

1.2.2 Macrophytes

La répartition des plantes aquatiques au lac Masson est spécifique à chacune de ses baies. Il est par conséquent difficile de classifier l'ensemble du lac à l'aide de ce paramètre. On constate cependant que la baie du Nord et celle adjacente à la municipalité de l'Estérel contiennent de fortes concentrations de plantes aquatiques. Ces baies possèdent la caractéristique des milieux eutrophes, tandis que le reste du lac peut être classifié comme étant mésotrophe.

oligotrophe α β mésotrophe α β eutrophe

MASSON

BAIE DU NORD (MASSON)
BAIE DE L'ESTEREL (MASSON)

Au lac Dupuis, la distribution des plantes aquatiques diffère de celle du lac Masson. On y retrouve une végétation plus dense qui occupe une grande partie de la superficie du lac. Par conséquent, ces constatations nous permettent de classifier le lac comme étant du type eutrophe.

oligotrophe α β mésotrophe α β eutrophe

DUPUIS

1.3 PRODUCTION SECONDAIRE

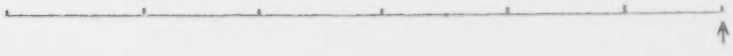
La faune des macro-invertébrés benthiques du lac Masson est caractérisée par des organismes qui tolèrent de faibles taux d'oxygène dissous et qui colonisent des milieux riches en matière organique; leur diversité réduite confirme un état d'eutrophisation graduel. Ces caractéristiques sont finalement celles des lacs mésotrophes.

oligotrophe α β mésotrophe α β eutrophe

MASSON

Pour sa part, le lac Dupuis supporte des colonies d'oligochètes spécifiques aux milieux eutrophes. Leur abondance confirme une accumulation importante de matière organique dans le fond ainsi qu'une plus faible disponibilité en oxygène dissous.

oligotrophe α β mésotrophe α β eutrophe



DUPUIS

1.4 ETAT CHIMIQUE ET PHYSIQUE

Au cours de l'été, la stratification thermique s'est établie lentement au lac Masson et fut inexistante au lac Dupuis. L'oxygène dissous présentait des déficits marqués dans la baie adjacente à l'Estérel et au lac Dupuis. On a pu constater des conditions anoxiques dans la couche hypolimnitique. Les résultats des recherches effectuées sur les concentrations d'oxygène dans les lacs Masson et Dupuis nous permettent de les classifier comme suit:

oligotrophe α β mésotrophe α β eutrophe

MASSON DUPUIS

MASSON { BAIE DU NORD
BAIE DE L'ESTEREL

Les résultats de l'étude du pH et de l'alcalinité révèlent que les lacs sont légèrement acides et que l'alcalinité y est très faible; ces conditions confèrent au milieu un faible pouvoir tampon et rendent ces lacs sensibles à des variations de pH qui sont généralement néfastes à la vie aquatique. Ces conditions chimiques et physiques caractérisent souvent les lacs jeunes et biologiquement peu productifs.

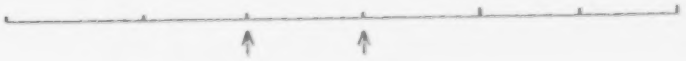
Les valeurs de conductivité sont faibles au lac Masson, sauf dans la baie adjacente à la municipalité de l'Estérel et au lac Dupuis où elles sont plus importantes; il en est de même pour la demande biochimique en oxygène ($D.B.O._5$). Ces indices nous renseignent sur la quantité de matière organique dans le milieu et nous permettent de classifier les lacs de la façon suivante:

Dans le lac Masson, les taux des fertilisants se situent sous les seuils critiques pour le développement massif des algues. On constate cependant des apports importants venant de certains tributaires, comme par exemple le tributaire T1 (c.f. C.Q.E-4) situé près de la municipalité de Sainte-Marguerite-du-Lac-Masson; à cet endroit, on enregistre une pollution domestique marquée. On note aussi des apports

d'azote relativement importants issus des tributaires T4, T5, T6 et T7 (C.Q.E-4).

Pour sa part le lac Dupuis ne présente pas de valeurs très élevées en ce qui concerne les fertilisants. Soulignons cependant que le développement intensif des plantes aquatiques peut grandement influencer la disponibilité des fertilisants dans le milieu puisque ces plantes les fixent rapidement. L'analyse de ces derniers paramètres nous permet de situer les lacs Masson et Dupuis aux stades trophiques suivants:

oligotrophe α β mésotrophe α β eutrophe

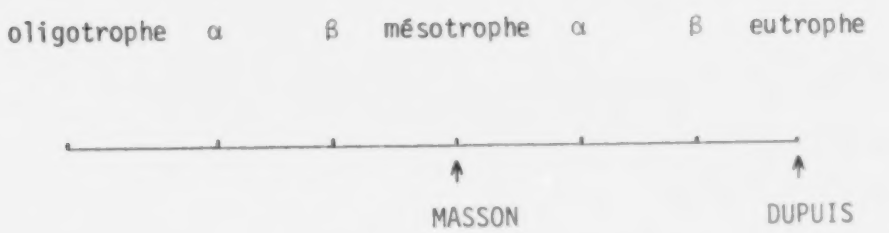


MASSON DUPUIS

1.5 CLASSIFICATION TROPHIQUE

Finalement, l'ensemble de tous ces paramètres nous permet de classifier le lac Masson comme étant du type mésotrophe. Cependant, la baie du Nord et la baie adjacente à la municipalité de l'Estérel ont un degré d'eutrophisation plus avancé et peuvent être classifiées comme étant mésotrophes β. Le lac Masson est maintenant rendu à un stade trophique où toute fertilisation de ses eaux est susceptible de provoquer un vieillissement accéléré. On peut déjà constater les effets d'une eutrophisation accélérée dans la baie du Nord et la baie de l'Estérel.

Le lac Dupuis, quant à lui, est un lac vraiment eutrophe puisqu'on y décèle présentement les caractéristiques d'un milieu évoluant rapidement vers l'état de tourbière. Le cycle évolutif d'un lac qui est rendu à ce stade est difficilement réversible quoiqu'il soit encore possible de le ralentir.


oligotrophe α β mésotrophe α β eutrophe
MASSON
DUPUIS
Baie du Nord (MASSON)
Baie de l'Estérel (MASSON)

CHAPITRE 2

LE MILIEU ENVIRONNANT

Le bassin de drainage du lac Masson couvre une surface de 12.6 milles carrés et celui du lac Dupuis, de 3.16 milles carrés*. Malgré un plus petit bassin versant, le lac Dupuis a une densité de drainage (1.0) supérieure à celle du lac Masson (0.63). Le réseau hydrographique du bassin versant du lac Masson est mal défini car il est entrecoupé de zones marécageuses.

Le sol de ces territoires est constitué d'un podzol acide généralement impropre à l'agriculture; il possède un pouvoir de rétention très faible et se lessive rapidement. L'érablière est la végétation dominante du territoire.

On constate enfin que les pressions exercées par le milieu biophysique environnant sont bien équilibrées au pouvoir d'assimilation du lac.

L'activité humaine est certes la plus forte pression exercée sur le milieu lacustre. En effet, les rivages des lacs Masson et Dupuis sont fortement occupés par des infrastructures touristiques et récréatives (chalets, hôtels, golf, ski, etc...). Malgré une faible occupation du territoire total (24 pour cent du bassin versant), les pressions dues à l'activité humaine sont de beaucoup supérieures à celles que peut exercer le milieu biophysique. L'infrastructure des municipalités est en fonction des capacités d'accueil et d'hébergement des villégiateurs pendant la saison estivale. Notons en passant que la population des villégiateurs quintuple au cours de la belle saison. L'industrie étant inexistante, nous supposons que les principales sources polluantes sont d'origine domestique.

* Il est à noter que les valeurs du bassin du lac Dupuis sont comprises dans celles du lac Masson.

CHAPITRE 3

UTILISATIONS ACTUELLES
ET
POTENTIEL D'UTILISATION

Les lacs Masson et Dupuis sont facilement accessibles à la population métropolitaine grâce à l'autoroute des Laurentides. L'expansion des sports d'été et d'hiver dans la région au nord de Montréal rehausse la valeur de ces deux sites récréatifs.

On compte en effet 1,174 résidences secondaires (chalets) et 389 domiciles permanents dont l'évaluation est de $23,222,000*. Les infrastructures des municipalités de Sainte-Marguerite-du-lac-Masson et de l'Estérel sont à vocation touristique uniquement. A cet effet, on estime que les utilisateurs de ces deux lacs dépensent en moyenne $3,000,000 par année dans la région et aux alentours. En considérant ces chiffres, on constate que la simple utilisation de ces lacs représente un potentiel économique relativement important pour la région.

Soulignons que la valeur future de ces investissements dépend directement de la valeur esthétique du site et de son environnement. La valeur esthétique du lac Dupuis est présentement compromise par une dégradation accélérée du milieu. La situation au lac Masson est moins critique mais nécessite cependant une attention particulière.

Le tableau 1 nous fait voir l'intensité des diverses utilisations des lacs ainsi que le potentiel qu'ils peuvent éventuellement offrir. Ce tableau nous renseigne sur les utilisations non rationnelles des lacs et sur celles qu'il faudrait développer.

Au lac Masson, on constate que huit utilisations sur 17 sont équivalentes au potentiel offert par le lac. Il faut donc que ces utilisations soient contrôlées pour ne pas dépasser l'intensité actuelle. Les plus compromises présentement sont la fluctuation du niveau de l'eau du lac et l'utilisation des embarcations à moteur.

* Tiré de l'enquête effectuée auprès des municipalités en 1972.

TABLEAU 1: UTILISATIONS ACTUELLES ET POTENTIEL D'UTILISATION

	LAC MASSON		LAC DUPUIS	
	Utilisations actuelles	Potentiel d'utilisation	Utilisations actuelles	Potentiel d'utilisation
Fluctuation du niveau de l'eau	B	B	B	C
Baignade	C	C	C	D
Embarcation à moteur	A	A	A	D
Bateau à voile	B	B	C	C
Canotage	C	C	C	B
Ski aquatique	B	B	C	D
Plongée sous-marine	C	C	D	D
Hydravion	C	B	D	D
Croisière	C	C	B	B
Pêche sportive	B	A	C	C
Plage	C	D	B	B
Camping	D	C	D	D
Chalets auberges	A	B	A	C
Point d'observation	D	B	D	D
Eau potable	D	B	D	C
Eau industrielle	B	D	B	D
Epuration par le sol des eaux usées	A	C	A	C

LÉGENDE

Utilisations actuelles

A - fortes
B - moyennes
C - faibles
D - nulles

Potentiel d'utilisation

A - excellent
B - bon
C - passable
D - médiocre

Cinq utilisations sont inférieures au potentiel. Ainsi, il serait opportun de développer le camping et les points d'observation autour du lac Masson.

On note enfin que le développement de chalets dépasse le potentiel à cause d'un manque de planification. Le site peut en effet accueillir beaucoup plus de chalets qu'il n'en contient présentement; il faut cependant les aménager sur le territoire de façon à ne pas détériorer le site et réduire ainsi son potentiel.

On utilise aussi le sol comme agent épurateur des eaux usées et le potentiel de cette utilisation est considéré comme passable, ceci étant dû à la texture du sol et à son épaisseur relativement faible.

L'utilisation du lac Dupuis semble dépasser le point de saturation. En effet, cinq utilisations dépassent le potentiel. Il faudrait les contrôler et même les réduire dans certains cas; notons par exemple la fluctuation du niveau de l'eau du lac, l'utilisation des embarcations à moteur, le développement de chalets et l'épuration des eaux usées par le sol.

Enfin, le lac Dupuis a atteint un stade eutrophe avancé qui limite son utilisation et qui, dans les conditions présentes, ne fera que réduire son potentiel d'utilisation.

CHAPITRE 4

RECOMMANDATIONS

La protection et la conservation des lacs Masson et Dupuis incombent en premier lieu aux principaux utilisateurs de ces lacs, c'est-à-dire aux résidents de Sainte-Marguerite-du-lac-Masson et à ceux de l'Estérel. Chaque résident doit prendre conscience qu'il est peut-être lui-même un agent de pollution important et que son irresponsabilité peut porter préjudice à un bien collectif.

La première mesure à prendre dans un programme de protection et de conservation de ces lacs est la formation d'une association de propriétaires et de représentants des deux municipalités concernées.

La seconde étape consiste à prendre connaissance des conditions limnologiques de ces deux lacs et des principaux facteurs qui peuvent influencer leur évolution.

Enfin, la dernière étape consiste à élaborer un plan de protection et de conservation; ceci sera possible si les résidents des municipalités veulent travailler en collaboration avec le Service Qualité des Eaux du ministère des Richesses naturelles.

Les recommandations qui suivent permettront de localiser les principaux facteurs qui exercent une pression plus ou moins importante sur l'équilibre écologique du milieu. Ces pressions sont traduites par une augmentation de la productivité biologique des lacs ayant comme conséquence un vieillissement rapide de ceux-ci avec tous les désagréments que cela comporte.

Il est bien évident qu'il faut contrôler tout apport de substances nutritives provenant du fonctionnement inadéquat des systèmes d'élimination des eaux usées. Les municipalités de Sainte-Marguerite et de l'Estérel ont déjà établi des normes sévères en ce sens et il est important de s'y conformer.

4.1 LAC MASSON

A cause de sa morphométrie très découpée, le lac Masson présente trois secteurs bien différenciés en ce qui concerne la qualité de l'eau et le stade trophique. Ces secteurs sont: la Baie du Nord, la Baie adjacente à la municipalité de Sainte-Marguerite-du-lac-Masson et la Baie adjacente à la municipalité de l'Estérel.

4.1.1 Baie du Nord

Cette baie du lac Masson constitue une entité limnologique indépendante du reste du lac. En effet, le contact de cette masse d'eau avec le reste du lac se fait par un chenal de 10 pieds de largeur et de 10 pieds de profondeur. Elle est biologiquement plus productive que le reste du lac et la biomasse phytoplanctonique y est plus importante ainsi que la production des macrophytes. En période de stratification, l'oxygène dissous subit un déficit important dans la couche hypolimnitique. Ces facteurs nous permettent de conclure que cette baie est rendue à un stade d'eutrophisation plus avancé que le reste du lac et exige une attention plus particulière.

Trois mesures sont actuellement essentielles pour éviter que l'utilisation de cette baie ne soit compromise:

A - Contrôle des apports allochtones

Parmi les apports allochtones, notons que le plus important est l'azote, détecté en concentrations élevées dans les tributaires 6 et 7. Cependant, nous n'avons pas localisé la provenance de cet azote dans les tributaires et une enquête complémentaire par le Service Qualité des Eaux serait requise.

B - Contrôle des apports autochtones

Parmi les apports autochtones susceptibles de fournir au milieu des sels minéraux nutritifs, notons la prolifé-

ration intensive des plantes aquatiques qui, par le processus de la décomposition bactérienne, redonnent au milieu des substances nutritives tout en épuisant l'oxygène dissous. Il faudrait faire un faucardage et une récolte de ces plantes aquatiques afin de réduire la charge organique à minéraliser.

On note aussi, sur le rivage et sur la plage, une quantité relativement importante de déchets organiques et plus particulièrement de bois en décomposition qu'il faudrait ramasser.

C - Renouvellement de la masse d'eau

Comme nous l'avons déjà souligné, on constate un déficit en oxygène dissous assez important dans l'hypolimnion (couche profonde). Cependant, en facilitant le contact entre cette masse d'eau et celle du lac Masson et en appliquant les recommandations faites précédemment, il serait possible de réduire ce déficit. Pour ce faire, il faudrait creuser un chenal plus large (20 pieds) et plus profond (25 pieds), provoquant ainsi des échanges d'eau entre le lac et la baie. De plus, un autre chenal du côté de l'île (C.Q.E-4) pourrait être recreusé puisqu'il a déjà été rempli dans le passé.

Ces modifications devraient améliorer l'état actuel de la baie du Nord, mais si ces actions ne sont pas suffisantes, il faudrait envisager un système d'oxygénation artificiel.

4.1.2 Baie adjacente à la municipalité de l'Estérel

Cette baie dans laquelle est située la station d'échantillonnage numéro 3 (C.Q.E-4) montre des signes d'eutrophisation rapide. Sa couche hypolimnitique présente un déficit assez marqué en oxygène dissous, une augmentation de la conductivité ainsi qu'une $D.B.O._5$ plus élevée qu'aux autres stations.

Cet état est conditonné par les apports du lac Dupuis dont les eaux sont eutrophes. En effet, à cause de la morphologie du lac à cet endroit, les eaux du lac Dupuis diffusent directement dans cette baie, fournissant ainsi des substances nutritives aux producteurs primaires dont la biomasse est beaucoup plus élevée que dans les autres baies.

Tant et aussi longtemps que des mesures ne seront pas prises pour améliorer la qualité de l'eau du lac Dupuis, tout aménagement de cette baie sera inefficace.

4.1.3 Baie adjacente à la municipalité de Sainte-Marguerite-du-lac-Masson

La qualité générale de cette baie est considérée comme très satisfaisante pour les diverses utilisations courantes. Cependant, le tributaire T1 (C.Q.E-4), au nord du village de Sainte-Marguerite-du-lac-Masson, présente une source marquée d'apports de phosphore, d'azote et de carbone organique qui peut, à longue échéance, contribuer à accélérer le processus d'eutrophisation de cette baie. Il faudrait donc aménager et épurer ce tributaire en localisant les sources polluantes, dans le but de fermer l'accès du lac aux substances nutritives qui font proliférer la vie biologique de façon démesurée. Un égout collecteur pour le village de Sainte-Marguerite-du-lac-Masson est la solution la plus valable.

Enfin, il faudrait contrôler la construction de murs de pierres ou de ciment sur le rivage, car ceux-ci réduisent le pouvoir épurateur du lac et limitent la table alimentaire nécessaire à la vie biologique.

Une action concertée entre les résidents du lac Masson, les municipalités concernées et les services gouvernementaux est actuellement nécessaire pour la conservation et la protection de ce lac. L'élaboration d'un plan de conservation et d'une réglementation appropriée devrait être la prochaine étape à réaliser pour les utilisateurs de ce lac maintenant que les données de base sont disponibles.

4.2 LAC DUPUIS

Le lac Dupuis possède toutes les caractéristiques limnologiques d'un lac eutrophe. Il est peu profond, faiblement stratifié, et présente un très fort déficit en oxygène dissous durant les périodes d'été et d'hiver. Sa biomasse planctonique est très élevée et on constate une prolifération intense des macrophytes durant l'été. Le fond est constitué d'une épaisse couche de vase organique peuplée de colonies d'oligochètes (vers) qui sont caractéristiques des conditions eutrophes. La qualité de son eau indique que ce lac est en déséquilibre écologique puisque la production de matière organique est de plusieurs fois supérieure à sa minéralisation. Ceci a pour conséquences d'épuiser les réserves en oxygène dissous et de donner à ce milieu une fertilité potentielle très considérable. On y constate actuellement une prolifération démesurée d'espèces biologiques spécifiques à de telles conditions. Soulignons par exemple, la présence d'une algue du genre *Synura* (Chrysophycée) dont les caractéristiques sont de donner un mauvais goût à l'eau et de dégager des odeurs nauséabondes.

De plus, d'autres organismes indicateurs de la mauvaise qualité du lac se sont déjà installés dans la nappe d'eau (oligochètes, plantes aquatiques) et ils prolifèrent rapidement en accentuant le déséquilibre écologique du milieu.

A ce rythme, le lac Dupuis atteindra le stade dystrophe (mort prématurée) dans un délai assez rapproché et toute mesure de récupération deviendra alors très douteuse. Le potentiel d'utilisation est actuellement faible dû aux conséquences d'une eutrophisation avancée qui apporte des mauvaises odeurs, des mauvais goûts, des plantes aquatiques, des fonds vaseux... et autres.

Enfin, le lac Dupuis est la principale cause de l'eutrophisation du lac Masson (baie adjacente à la municipalité de l'Estérel).

4.2.1 Contrôle des mauvais goûts et des odeurs nauséabondes

Plusieurs méthodes de contrôle ont été envisagées et même expérimentées pour enrayer les mauvaises odeurs causées par les algues, mais il semble qu'il n'y en ait pas encore une qui soit idéale.

Les traitements chimiques avec le carbone activé peuvent enlever certaines odeurs, mais ils se sont révélés très dispendieux et pour cette raison, inapplicables à une étendue d'eau comme le lac Dupuis. Les traitements avec la chlorine ont eux aussi connu un certain succès, mais il a été prouvé que la chlorine intensifiait en même temps d'autres mauvaises odeurs causées par d'autres espèces d'algues. Au lac Hefner, en Oklahoma, des cultures de *Bacillus cereus* qui dégradent les produits causant les odeurs se sont avérées efficaces, mais le coût en est exorbitant (Silvey, de Henley et Wyatt, 1972).

Une méthode plus courante est l'utilisation du sulfate de cuivre ($CUSO_4$). Cette méthode se révèle efficace à court terme. Toutefois, l'usage continuel du sulfate de cuivre ou des autres traitements chimiques peut réduire l'efficacité des contrôles biologiques naturels comme la prédation, la compétition et l'action des parasites. Dans une eau douce de pH en bas de sept par exemple, le sulfate de cuivre peut devenir toxique pour les poissons à des concentrations aussi basses que 0.04 ppm (Tarwell, 1963).

A l'heure actuelle, les énergies sont canalisées vers la recherche d'algicides spécifiques. Les algicides ont en effet la propriété d'enrayer les mauvais goûts et les odeurs causés par des algues spécifiques, sans pour autant devenir dangereux pour les autres organismes et pour la qualité de l'eau. En sachant que les odeurs dans le lac Dupuis sont causées principalement par les algues *Synura* et *Peridinium*, il s'agirait de trouver les algicides spécifiques qui empêcheraient le développement de ces algues. Mais encore là, les recherches sur ces algicides n'en sont qu'à leurs débuts.

4.2.2 Problèmes du lac Dupuis

En jettant un coup d'oeil sur l'historique du lac Dupuis, on peut remarquer que l'hôtel de l'Estérel a déversé durant

plusieurs années ses eaux usées non traitées dans ce lac. Ceci a eu pour conséquence de former une accumulation (build up) d'éléments nutritifs tels l'azote, le phosphore, le carbone, le fer, le manganèse et autres, dans les vases. Ces éléments furent "piégés" et non disponibles tant et aussi longtemps qu'il y avait de l'oxygène dissous pour les oxyder.

Par contre, il se produit actuellement l'inverse de ce qui est décrit précédemment, puisque l'oxygène n'est plus présent dans la couche avoisinant les vases. On constate alors un phénomène de réduction et les éléments qui étaient emprisonnés dans les sédiments sont maintenant relâchés et redeviennent disponibles aux producteurs primaires. Ceci explique l'augmentation croissante de la biomasse planctonique.

Cette même biomasse ne peut être réduite par les bactéries aérobiques puisqu'il n'y a pas assez d'oxygène dissous pour favoriser leur développement. On accuse donc une augmentation rapide des sédiments de fond. De plus, quand les conditions deviennent très anaérobiques, on note un dégagement de H_2S (odeurs nauséabondes) et les vases superficielles peuvent floculer et remonter à la surface de l'eau avec tous les inconvénients désagréables que cela implique.

Durant la période de stagnation hivernale, l'oxygène dissous n'est pratiquement plus disponible dans le lac. Cet état cause une mortalité massive des organismes aérobiques qu'on appelle communément la "mortalité hivernale" (winter kill).

Il est évident qu'au stade trophique où se trouve actuellement le lac Dupuis, la réoxygénation serait probablement le facteur le plus susceptible d'améliorer le milieu.

Toutefois, il faudrait en même temps contrôler les tributaires 8 et 9 (C.Q.E-4-) afin que ceux-ci n'apportent pas d'autres fertilisants, lesquels pourraient diminuer la vitesse de récupération du lac Dupuis.

La coupe et la récolte des plantes aquatiques seraient aussi nécessaires pour réduire l'accumulation de matière organique au fond.

4.2.3 Méthode d'aération artificielle

De nombreuses techniques d'aération existent actuellement et elles ont prouvé leur efficacité dans plusieurs lacs ainsi traités. Les systèmes d'aération à employer doivent cependant être appropriés à chaque milieu pour ne pas modifier radicalement ses conditions. Pour un lac stratifié, il faut éviter de réchauffer et de mélanger les couches d'eau de l'hypolimnion (couche froide) et de l'épilimnion (couche chaude). Ceci n'est pas le cas pour le lac Dupuis puisqu'il n'est pas stratifié. On peut donc envisager un système d'aération par tubes perforés que l'on pourrait disposer sur certains axes du lac et dans lesquels on injecterait de l'air compressé. Cette technique aurait pour effet de provoquer une circulation de la masse d'eau et permettrait une distribution homogène de l'oxygène dissous tout en éliminant la barrière de densité située près du fond, barrière qui limite le contact des différentes couches d'eau.

Cet apport d'oxygène dans le milieu aurait donc pour effets de:

- Réduire le taux d'évaporation;
- Permettre le repeuplement des organismes aérobiques et, en particulier, des bactéries qui accélèreront le rythme de minéralisation de la matière organique.
- Augmenter la valeur du pH au fond du lac à cause de la diminution du taux de CO_2.
- Augmenter le potentiel Redox afin de précipiter le fer, le phosphore et le manganèse, réduisant ainsi la fertilité de l'eau.
- Prévenir la production de H_2S ainsi que la floculation des vases organiques.

- Réduire considérablement la production primaire et, en particulier, les espèces phytoplanctoniques qui donnent à l'eau un mauvais goût et dégageant des odeurs nauséabondes.

- Oxyder et supprimer les boues organiques à un coût peu élevé (quelques sous par verge cube).

- Prévenir le phénomène de mortalité hivernale (winter kill) en utilisant le système à certaines périodes de l'hiver lorsque la stagnation est à un point critique.

L'objet de ces recommandations est de faciliter l'élaboration d'un plan de protection et de conservation des lacs Masson et Dupuis. L'étape de connaissance du milieu et des différents impacts sur celui-ci est présentement complétée. La seconde étape consiste à regrouper les principaux utilisateurs (municipalités, associations de propriétaires, associations de conservation). Les spécialistes de la division Limnologie du Service de la Qualité des Eaux seront à l'entière disposition des utilisateurs pour fournir toute l'information technique nécessaire à la réalisation d'un plan de protection et de conservation des lacs Masson et Dupuis.

DEUXIÈME PARTIE

ANALYSE DES ÉTUDES SECTORIELLES

Après avoir traité, dans la première partie, des caractéristiques générales des lacs Masson et Dupuis et de leur milieu environnant, nous nous efforcerons, dans la seconde partie, d'étudier plus rigoureusement les paramètres biogéographiques, biologiques et physico-chimiques. Cette étude nous a permis de classifier le lac Masson comme "mésotrophe" et le lac Dupuis comme "eutrophe".

L'analyse de ces paramètres permettra aux aménagistes et aux utilisateurs des milieux lacustres de mieux comprendre l'interprétation de nos résultats et d'élaborer, s'il y a lieu, des plans de gestion adéquats.

Dans le texte de cette deuxième partie, toute référence à une carte, à un tableau ou à une figure de la carte écologique annexé à ce rapport sera notée comme suit: (C.Q.E-4- Car.....), (C.Q.E-4- Fig.....) ou (C.Q.E-4- Tab.....).

CHAPITRE 1

ANALYSE BIOGÉOGRAPHIQUE

1.1 PRESENTATION MORPHOMETRIQUE (C.Q.E-4-Tab.1)

Les lacs Masson et Dupuis sont deux lacs adjacents, reliés entre eux par un chenal navigable, mais il faut cependant bien les distinguer l'un de l'autre car au point de vue morphométrique ils sont très différents.

Premièrement, le lac Masson est situé dans les municipalités de Sainte-Marguerite et de l'Estérel, comté de Terrebonne. Il a une superficie de 1.37 mille carré et son altitude est de 1,098 pieds au-dessus du niveau de la mer. Cette faible superficie offre quand même un très long rivage de 13.2 milles. On peut attribuer cette dernière caractéristique à la forme hachurée et dendritique de son rivage. D'ailleurs, le rapport périmètre/surface est de 9.63, c'est-à-dire que pour une superficie d'eau d'un mille carré, on a un rivage de 9.63 milles de long.

Au point de vue bathymétrique, il faut souligner le fait que la profondeur moyenne est de seulement 31.4 pieds alors que l'on distingue quand même cinq fosses de 100 pieds et plus. Enfin, son volume d'eau est de $1,160.5 \times 10^6$ pieds cubes (Service des Relevés du ministère des Richesses naturelles).

En 1960, à la suite d'une sécheresse, le niveau de l'eau dans le lac Masson a baissé de plusieurs pieds et la compagnie immobilière Simard & Frères en a profité pour creuser la sortie du lac Dupuis, afin de faciliter la navigation entre les deux nappes d'eau (Dossier du Service des Archives du ministère des Richesses naturelles).

Le lac Dupuis est beaucoup plus petit que le lac Masson. D'une superficie de 0.22 mille carré, son rivage atteint une longueur de 3.53 milles. Les principales caractéristiques de ce lac sont sa faible profondeur (20 pieds au maximum) et sa forme hachurée. De plus, le fond de ses baies est souvent marécageux. Il est entièrement compris dans les limites de la municipalité de l'Estérel et son bassin de drainage a une superficie de 3.16 milles carrés seulement (Service des Relevés du ministère des Richesses naturelles).

1.2 PRÉSENTATION DU MILIEU PHYSIQUE

1.2.1 Géologie de la Roche en place (C.Q.E-4-Car.2)

La formation rocheuse sur laquelle repose ces lacs est d'origine précambrienne et consiste largement en roches ignées dures et métamorphiques. Le tout fait partie de la série de Morin et se divise en deux types de roches: la syenite quartzifère et l'anorthosite gabbroïque (Klugnan, 1960).

La syenite quartzifère est une roche dont la couleur varie de rose à gris-vert; elle est à grain moyen et va d'une variété très gneissique à une variété massive.

L'anorthosite gabbroïque est une roche basique à grains généralement fins ou moyens dont les nuances de couleur varient du violet foncé au vert pâle ou presque blanc. Cette anorthosite se compose en grande partie de feldspath et quelques fois, elle devient un gabbro; c'est surtout cette formation que l'on retrouve au lac Masson.

1.2.2 Géologie des dépôts meubles (C.Q.E-4-Car.3)

Les dépôts non consolidés qui recouvrent l'assise rocheuse forment la roche-mère de la majorité des sols de la région. Ces dépôts superficiels peuvent se diviser en différents groupes. Cependant, pour la région des lacs Masson et Dupuis, on ne retrouve qu'une seule sorte de dépôts appelés tills glaciaires (Lajoie, 1960).

Les dépôts de tills glaciaires couvrent entièrement le bassin versant des lacs Masson et Dupuis. Ils constituent un mélange de matériaux disparates dont la grosseur varie depuis l'argile, le limon et le sable, jusqu'au gravier et aux grosses pierres. Les tills proviennent principalement de l'assise rocheuse locale sous-jacente. Celui que l'on retrouve aux lacs Masson et Dupuis provient de roches ignées dures et est généralement sableux en plus de contenir de nombreux blocs erratiques ("boulders").

Ces dépôts de tills glaciaires sont d'une épaisseur variant de trois à douze pieds.

1.2.3 Pédologie (C.Q.E-4-Car.3)

On ne retrouve qu'un seul type de sol formé sur le till glaciaire: le sol Sainte-Agathe (P) (Lajoie, 1960).

Ce sol se rencontre surtout sur des terrains vallonnés et montagneux à des altitudes qui dépassent 700 pieds. Le profil s'est formé sur une terre franche et sableuse qui passe graduellement à un till sablo-graveleux et caillouteux dérivé principalement d'anorthosite et de gabbro-anorthosite. De nombreuses pierres et des blocs erratiques ("boulders") de toutes les grosseurs sont dispersés dans les dépôts et à la surface du sol.

Le drainage externe est rapide tandis que le drainage interne est modéré. L'érosion par l'eau survient aux endroits où le sol n'est pas recouvert de végétation.

Comme ce type de sol se rencontre sur des pentes raides, il est excessivement drainé et, par conséquent, impropre à l'agriculture. De plus, il s'agit d'un sol très acide. D'après ces constatations, ce sol doit être continuellement boisé pour ne pas perturber l'équilibre du milieu.

1.2.4 Végétation (C.Q.E-4-Car.4)

La forêt est la formation végétale dominante de cette région. Elle est surtout caractérisée par une prédominance d'arbres à feuilles caduques. On y retrouve l'érablière laurentienne, des hêtres et des bouleaux jaunes. Les conifères, tels le sapin et l'épinette, sont intolérants parmi ces caducifoliés (Carte de l'Inventaire Forestier du ministère des Terres et Forêts).

1.2.5 Climatologie (C.Q.E-4-Fig 1,2)

Le climat est un facteur important dans l'évolution des autres facteurs biophysico-chimiques du lac. A cause d'un manque de données météorologiques dans la région immédiate du lac Masson, il nous a semblé important d'interpréter les données de la station de Sainte-Agathe qui compte au moins 30 ans d'observation. Ces données ont été tirées du Sommaire Climatique du Québec (Villeneuve, 1967). Cette station est à la même altitude (1200 pieds environ) que la région du lac Masson et elle est situé à seulement 12 milles de distance dans une région physiographique semblable.

1.2.6 Hydrologie (C.Q.E-4-Fig. 3)

Le climat est caractérisé par un temps frais et humide. Les écarts de température entre les jours les plus chauds de l'été et les jours les plus froids de l'hiver sont considérables. Par exemple, la température peut parfois descendre à -35 degrés Farenheit l'hiver et monter à 90 degrés Farenheit en été. Les précipitations de neige sont plus abondantes qu'à Montréal ou Québec. Par contre, les précipitations totales sont dans les moyennes du Québec méridional.

Le lac Masson et le lac Dupuis se maintiennent au même niveau puisqu'ils sont contrôlés tous les deux par le barrage du ministère des Richesses naturelles à l'exutoire du lac Masson. D'après les relevés obtenus du service de l'Hydrométrie du ministère des Richesses naturelles au cours des cinq dernières années, on constate que le niveau du lac peut varier de 3.0 pieds entre la période des hautes eaux et celle des basses eaux. Ainsi, on peut donc voir qu'il s'agit d'un lac qui fluctue très peu grâce à ce barrage.

Le débit régularisé à l'exutoire se maintient à une moyenne annuelle de 21.2 pieds cubes/seconde. Ce débit semble une valeur normale pour cette région.

1.2.7 Classification du rivage (C.Q.E-4-Car. 1)

En ce qui concerne les potentiels d'accessibilité et d'installation, le rivage des lacs Masson et Dupuis n'offre pas de très grandes possibilités. D'après l'inventaire physique du rivage effectué durant la saison estivale 1972, on constate qu'il s'agit d'un rivage assez uniforme où la pente en général est moyenne et la nature du sol est caractérisée surtout par des dépôts morainiques épais. On note toutefois au moins deux petites sections où le rivage n'offre vraiment aucune limitation physique pour l'installation et l'accessibilité. On note également certaines sections à pentes très fortes et à affleurements rocheux. On constate aussi que le terrain est marécageux aux embouchures des tributaires, ce qui rend l'installation pratiquement impossible à ces endroits.

1.3 PRÉSENTATION DU MILIEU HUMAIN

Utilisation du sol (C.Q.E-4-Car. 5)

Un seul type d'utilisation du sol caractérise cette région et c'est la zone de loisir sur le pourtour des lacs. Seule l'agglomération de Sainte-Marguerite à l'extrémité sud-ouest du lac Masson peut être considérée comme zone urbanisée (Inventaire des terres de l'A.R.D.A).

Bien qu'elle suive le rivage des lacs, la zone utilisée à des fins de loisirs occupe quand même 20 pour cent de tout le bassin versant. Cette zone est surtout occupée par des chalets, mais aussi par quelques infrastructures touristiques comme un centre de ski, un terrain de golf, un centre d'équitation, une station de sports d'hiver et quelques hôtels.

C'est naturellement la forêt qui occupe la plus grande partie du territoire, c'est-à-dire 72 pour cent du bassin versant.

Voici, de façon plus détaillée, les principaux types d'utilisation du sol:

TABLEAU 2: UTILISATION DU SOL

UTILISATIONS	Milles carrés	Pourcentage
Bassin versant des lacs Masson et Dupuis	12.6	100
Terre à des fins de loisirs (chalets, ski, etc.)	2.64	20
Agglomération urbaine	1.12	8
Terre en forêt	8.9	72

1.3.2 Analyse démographique (C.Q.E-4-Car. 6)

La population du lac Masson ainsi que celle du lac Dupuis est répartie dans deux municipalités: Sainte-Marguerite-du-lac-Masson et l'Estérel. Durant la saison estivale 1972, nous avons effectué une enquête auprès de ces deux municipalités et les résultats de celle-ci nous permettent de diviser la population en deux classes: soit celle qui a un domicile permanent au lac et celle qui y a une résidence secondaire. Pendant la saison estivale, la population totale peut s'évaluer à environ 8,500 personnes. Le tableau 3 nous donne un aperçu plus complet de cette répartition de la population.

Les deux municipalités concernées offrent un caractère complètement différent. En effet, la population est plus dense à Ste-Marguerite et elle est surtout formée de gens non spécialisés dont les revenus peuvent être considérés comme moyens; par contre, la ville de l'Estérel est moins populeuse et beaucoup plus riche car sa population est surtout composée de professionnels et d'industriels dont les revenus sont très élevés. Bien qu'elle ne compte en tout que 225 résidences, son évaluation municipale est de 12 millions de dollars (Enquête effectuée auprès des municipalités en 1972).

Au point de vue activités, notons qu'il y a à Sainte-Marguerite-du-lac-Masson cinq épiceries, six hôtels et une industrie de fil métallique. Par contre, à l'Estérel, seul un hôtel et un poste d'essence peuvent servir d'accomodations.

L'unique industrie déverse ses eaux usées en dehors du bassin de drainage et on ne compte aucun cultivateur dans cette zone. Toutefois, on déverse six tonnes de fertilisants en grains et 25 gallons en liquide pour l'entretien du terrain de golf durant la saison active. Ces fertilisants peuvent indirectement influencer la qualité de l'eau des lacs puisqu'ils sont utilisés dans les limites du bassin de drainage.

En ce qui concerne la construction actuelle et future de chalets, la municipalité de l'Estérel a édicté un règlement très sévère pour le contrôle des fosses septiques et tous les nouveaux arrivants doivent s'y conformer à la lettre.

1.3.3 Analyse économique

Pour ce qui est des investissements et des équipements touristiques, le lac Masson ainsi que le lac Dupuis comptent parmi les sites récréatifs les plus importants de la province. En effet, d'après l'évaluation municipale de ces deux localités, on constate que l'investissement autour des deux lacs atteint le chiffre impressionnant de 24 millions de dollars. On y dénombre plusieurs chalets de 250,000 et plus.

TABLEAU 3: RÉPARTITION ET ANALYSE DE LA POPULATION

Municipalités	STE-MARGUERITE-DU LAC MASSON		ESTEREL	
	Domicile permanent	Résidence secondaire	Domicile permanent	Résidence secondaire
Nombre de personnes	1,400	6,000	100	1,000
Nombre de résidences	344	974	25	200
Système pour élimination des eaux usées	Fosses septiques	Fosses septiques	Fosses septiques et usine d'épuration pour Hôtel Estérel	Fosses septiques
Evaluation municipale	$11,222,000.		$12,000,000.	

Si l'on tient compte de la population qui est en grande partie de l'extérieur, on peut constater que ces lacs constituent un véritable apport économique pour la région. Que ce soit en dépenses diverses ou en investissements pour la récréation, on peut dire que les lacs Masson et Dupuis occasionnent un déboursé de trois à quatre millions de dollars par année pour leur utilisation.

CHAPITRE 2

ANALYSE BIOLOGIQUE

Dans l'analyse biologique, les stations d'échantillonnage ont été localisées à partir d'une matrice sur la carte des lacs Masson et Dupuis. Le principe d'une matrice nous permet en effet de situer précisément chaque point du lac par des cellules codifiées de façon relativement simple (ex: cellule A1, cellule B3...etc.). Cette méthode de division d'une étendue d'eau est très utile pour orienter les prélèvements et localiser certains problèmes particuliers, après analyse.

Voici d'ailleurs les principaux critères qui ont servi à l'élaboration de la matrice des lacs Masson et Dupuis. Au début de l'été la carte des lacs fut quadrillée à une échelle cartographique de 1: 20,000. Ce quadrillage (matrice) avait une orientation nord-sud. Afin de standardiser la façon de tracer une matrice sur un lac, l'axe des "x" touche toujours le point le plus au sud du lac tandis que l'axe des "y" touche toujours le point le plus à l'ouest. La matrice des lacs Masson et Dupuis contenait 18 cellules pouvant être échantillonnées; chaque cellule avait une surface de 0.14 mille carré.

On a aussi utilisé cette matrice, pour localiser les stations de prélèvements physico-chimiques.

FIGURE 1 - MATRICE DES LACS MASSON ET DUPUIS

(● stations d'échantillonnage)

(station 1= A2, 2= B5, 3= C2
4= D3, 5= E6, 6= E2)

2.1 ALGOLOGIE

2.1.1 Lac Masson

L'étude phytoplanctonique du lac Masson montre, par le graphique de l'évolution des classes d'algues (C.Q.E-4-Fig. 4), que la classe des Bacillariophycées ou Diatomées a grandement dominé pendant toute la période estivale. Les principaux genres de Diatomées représentés furent: *Cyclotella* pour les mois de juin et juillet, et *Tabellaria* pour le mois d'août. Les autres classes d'algues identifiées ont un pourcentage assez faible par rapport aux Diatomées. Les Chrysophycées par exemple, bien représentées par *Mallomonas* au début de l'été suivent ensuite d'assez loin la classe dominante.

Palmer (1962) classe le genre *Cyclotella* comme significatif d'eau propre et claire et la plupart des autres auteurs le classent comme caractéristique des lacs oligotrophes. Pourtant, nous savons par l'étude des paramètres physico-chimiques et biologiques autres que le phytoplancton, que le lac Masson n'est pas un lac oligotrophe mais un lac mésotrophe. La présence de *Cyclotella* dans le lac Masson signifie donc que ce genre n'est pas réservé strictement aux lacs oligotrophes; il a d'ailleurs été retrouvé maintes fois dans des lacs plus évolués.

Au mois d'août, une passe au filet sur les cinq stations permanentes démontre un fort pourcentage d'une autre Diatomée appelée *Tabellaria* et un pourcentage variant de 10 à 30 pour cent d'une Chrysophycée portant le nom de *Synura*. Ces deux genres, d'après Palmer (1962), sont des algues qui dégagent des odeurs nauséabondes et qui donnent des mauvais goûts à l'eau s'il y a forte production (fleurs d'eau). Il n'y a pas eu de fleurs d'eau au lac Masson, mais nous avons tout de même fait une constatation importante: c'est que les genres *Tabellaria* et *Synura* sont plus caractéristiques de conditions eutrophes que *Cyclotella*.

À toutes les stations permanentes situées dans les baies importantes du lac Masson, les indices phytoplanctoniques "compound" et "diatom quotient" ont été calculés et tous indiquent une mésotrophie avancée et même des signes d'eutrophie

dans la baie située près du lac Dupuis. Cette baie communique avec le lac Dupuis et elle est sûrement influencée par les caractéristiques nettement eutrophes de celui-ci car le pourcentage du genre *Synura* y est plus élevé qu'ailleurs sur le lac.

Ainsi, au point de vue algologique, les genres et les concentrations trouvés dans son eau font du lac Masson un lac productif que l'on qualifie de mésotrophe.

2.1.2 Lac Dupuis

Si nous comparons les graphiques (C.Q.E-4- Fig. 4 et 5) des classes d'algues du lac Masson et du lac Dupuis, nous voyons une nette différence dans l'allure des courbes. Au lac Dupuis la courbe des Bacillariophycées (Diatomées), dominées par une algue du nom de *Cyclotella*, est supérieure à toutes les autres en juin, mais à mesure que la saison estivale s'écoule, cette courbe va en diminuant et atteint son minimum (30 pour cent) en août. Ce pourcentage est toutefois élevé par rapport aux autres courbes en août. En juillet, la classe des Bacillariophycées est encore dominée par le genre *Cyclotella*, mais en août c'est le genre *Meloeira* qui devient dominant.

Quant à elle, la courbe des Chrysophycées reste stable et légèrement inférieure à celle des Bacillariophycées en juin et juillet. C'est entre juillet et août que la courbe des Chrysophycées monte considérablement, dépassant celle des Diatomées, pour atteindre son maximum qui est de 64 pour cent. Les Chrysophycées sont dominées par le genre *Dinobryon* en juin, *Peridinium* en juillet et par le genre *Synura* en août.

Les autres courbes des classes d'algues ne seront pas traitées ici car elles sont négligeables par rapport aux deux autres; elles ne varient en effet que d'un pourcentage assez faible.

Hutchinson (1967) en citant Nauman (1931), Jarnefelt (1956) et Hustedt (1945), affirme qu'une formation eutrophe dans un lac est caractérisée par les genres d'algues comme

Ceratium - *Peridinium* et comme *Melosira* - *Stephanodiscus*. Or, nous avons trouvé ces quatre genres dans le lac Dupuis et deux de ceux-ci (*Peridinium* et *Melosira*) étaient dominants à une certaine période. Il nous apparait donc évident que le lac Dupuis est un lac déjà très avancé dans son évolution et qu'on peut le classifier comme un lac de type eutrophe (vieux).

Mauvais goûts et odeurs

Un des problèmes importants au lac Dupuis est sans aucun doute les mauvaises odeurs qu'il dégage durant la période de production maximum. Ces mauvaises odeurs sont causées en partie par les Actinomycètes (champignons) et par les algues qui en sont la principale cause. A ce sujet, Palmer (1962) nous dit que ces odeurs, qui sont produites à travers l'activité des champignons et des bactéries, peuvent provenir des produits intermédiaires formés durant la décomposition ou des substances spéciales synthétisées à l'intérieur des cellules des micro-organismes.

Or, il est important de constater que le genre d'algues *Synura*, qui formait 64 pour cent de toutes les populations d'algues recueillies dans le lac Dupuis en août, est une des algues les plus importantes dans la production de mauvaises odeurs. Cette odeur est souvent décrite comme ressemblant à une odeur de concombre mûr ou de melon muscas, et quand *Synura* est présent en grand nombre, il dégage une odeur de poissons. Seulement quelques colonies/ml de *Synura* peuvent être suffisantes pour causer une odeur perceptible (Palmer, 1962). Au lac Dupuis, dans un échantillon d'eau d'un litre, nous avons noté 48 cellules/ml de *Synura*. Nous savons de plus que le dinoflagellé *Peridinium* produit lui aussi une forte odeur de poissons. En juillet nous l'avons retrouvé dans un pourcentage de 33 pour cent par rapport à tous les autres genres d'algues dans un échantillon d'un litre d'eau.

2.1.3 Biomasse planctonique

Le poids sec du plancton (phytoplancton et zooplancton) nous renseigne, non pas sur les espèces d'organismes vivant dans l'eau, mais sur leur quantité. Cette valeur quantitative nous permet d'évaluer le potentiel de production d'une eau. En effet, plus la biomasse sera grande, plus l'eau sera biologiquement productive.

Au lac Masson, une moyenne des prélèvements pour le poids sec de cinq stations permanentes fut calculée à chaque mois. Nous pouvons voir les résultats, sous forme de courbe, sur la figure 8 de la carte écologique C.Q.E-4. La courbe part de sa valeur minimale en juin et augmente de façon quasi rectiligne jusqu'en août où elle atteint sa valeur maximale, c'est-à-dire 0.66 gramme /500 litres d'eau filtrée. Si nous comparons cette valeur avec la valeur maximale obtenue au lac de l'Achigan (0.35 gramme /500 litres), lequel est situé dans la même région, nous notons que celle du lac Masson est quasi le double de celle du lac de l'Achigan. Ceci s'explique par le fait que le lac Masson est un lac de type mésotrophe, donc plus productif que le lac de l'Achigan qui est de type oligotrophe.

Quant au lac Dupuis, il présente une courbe de poids sec moins régulière que celle du lac Masson. Le poids sec atteint sa valeur minimale en juillet et, comme si les conditions écologiques de développement du plancton devenaient subitement propices, la courbe du poids sec monte considérablement et atteint sa valeur maximale en août: 2.56 grammes/500 litres. Cette valeur est quatre fois plus grande que celle du lac Masson et 7.3 fois plus grande que celle du lac de l'Achigan. Il n'y a aucun doute que le lac Dupuis est beaucoup plus productif que les deux autres. D'ailleurs la valeur élevée de son poids sec en août confirme son état nettement eutrophe.

2.2 MACROFAUNE BENTHIQUE

Pour ce qui est de l'indice biologique fourni par la distribution des macro-invertébrés benthiques, il nous est difficile de discuter de l'état trophique du lac Masson en général à cause du manque de renseignements imputables à la non-représentativité des échantillons. Cependant, dans les prochaines lignes, on pourra retrouver des remarques sur les observations en général ainsi qu'une interprétation graphique des résultats obtenus (Fig. 2, page 49).

L'inventaire qualitatif des populations démontre une faune très pauvre et de diversité réduite en ce qui a trait à la répartition en profondeur.

De l'ordre des DIPTÈRES, on retrouve les familles de Chironomidae, Chaoborinae et Ephydridrae qui se distribuent en grand nombre entre 60 et 100 pieds de profondeur. Les représentants de ces familles peuvent tolérer des conditions d'oxygène dissous très faibles. De plus, la forte quantité d'OLIGOCHÈTES dont la famille des Tubificidae à 160 pieds nous révèle des conditions de vie plutôt pauvres dans les profondeurs du lac.

En ce qui concerne le lac Dupuis, il est caractérisé par sa faible profondeur (zone littorale) et présente une composition faunistique très peu diversifiée et réduite à des organismes adaptés à des conditions d'oxygène très limitées. De plus, le substrat de vase, caractéristique d'un milieu anaérobique, est inapte à recevoir une faune diversifiée. On note, par conséquent, des organismes tolérants du genre Chaoborides et de vers Tubificidés. On remarque aussi une grande quantité de spécimens partiellement décomposés. La faune benthique du lac Dupuis est donc caractéristique d'un lac qui s'eutrophie rapidement.

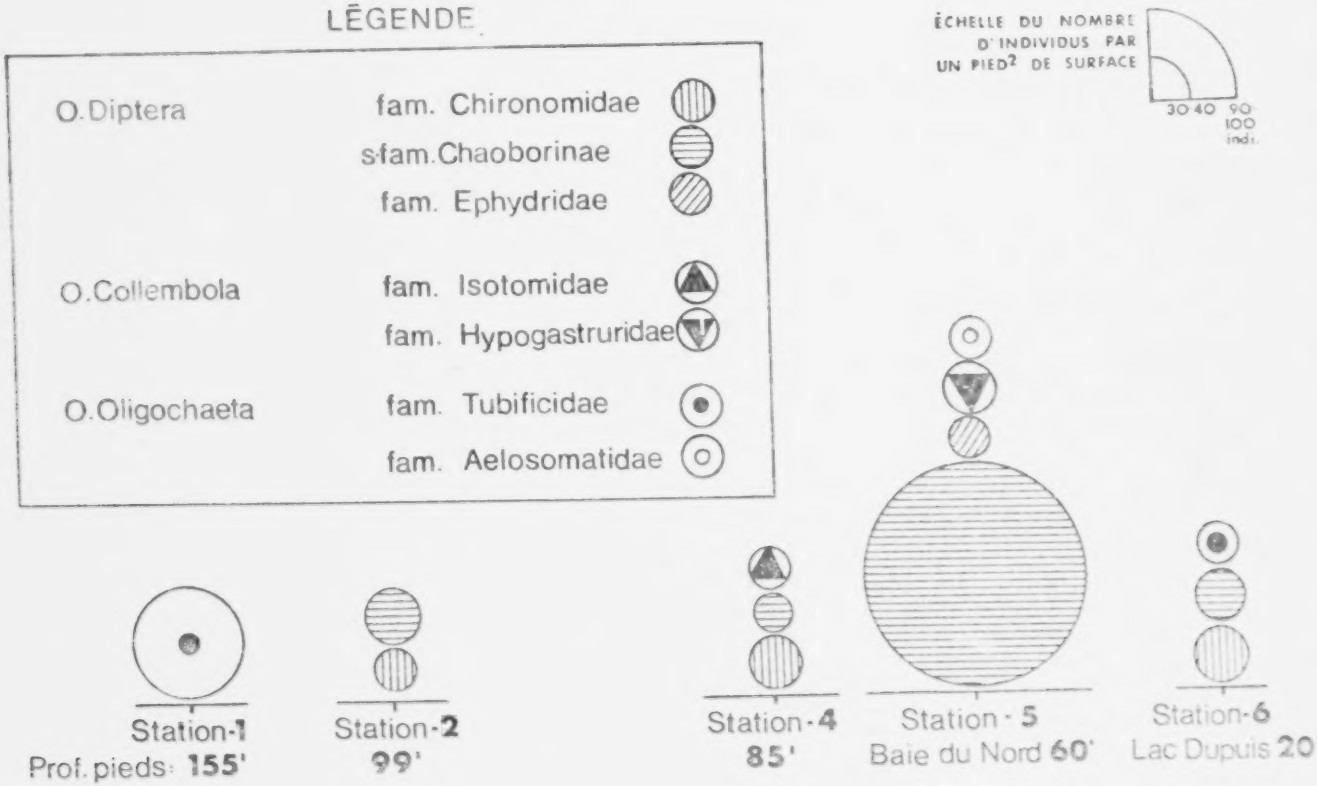


FIGURE 2 : DISTRIBUTION DES MACRO-INVERTÉBRÉS BENTHIQUES EN POURCENTAGE D'INDIVIDUS PAR FAMILLE AUX STATIONS DU LAC MASSON.

2.3 MACROPHYTES

La carte de végétation aquatique du lac Masson (C.Q.E-4-Car. 1) démontre clairement l'existence de conditions spécifiques dans chacune de ses baies. On observe en effet une fréquence d'apparition des plantes aquatiques ainsi qu'un coefficient d'abondance relative, caractérisant chacun de ces rivages.

D'une façon générale, la végétation aquatique croît surtout dans les milieux où la morphologie du fond est favorable. Elle se développe également de façon plus intense dans les endroits où les concentrations de "nutrients" sont plus élevées.

La baie située à proximité du village de Sainte-Marguerite est celle qui renferme le moins de végétation; cela justement à cause de la morphométrie des berges escarpées qui diminuent les possibilités de fixation de la végétation. Les Potamots (*Potamogeton*) et les Rubaniers (*Sparganium*) sont les plus importants et ils se répartissent également sur les rives assez découpées de la partie centrale du lac et dans la baie de la station no 2 (Station 2-C.Q.E-4).

La répartition des plantes devient plus importante dans la baie du Nord. La morphométrie de ses berges et de ses rives découpées favorise le développement des végétaux aquatiques. Les Potamots (*Potamogeton*), les Rubaniers (*Sparganium*), les Nénuphars (*Nuphar*) et les Sagittaires (*Sagittaria*) sont les principales plantes qui croissent sur un fond qui semble posséder une réserve nutritive importante. La végétation devient très dense à l'embouchure des deux tributaires où l'on a observé des taux de fertilisants plutôt élevés. Dans ces embouchures les plantes se regroupent en marais de joncs et de quenouilles et certains groupes adoptent les étendues de sable humide (*Agrostis* et *Scirpus*).

Les eaux fertiles du lac Dupuis qui se déversent dans la baie de l'Estérel influencent les conditions de croissance des végétaux aquatiques sur les plateaux du littoral de cette baie.

La forte densité des plantes aquatiques et leur uniformité dans la répartition caractérisent bien l'eutrophisation avancée du lac Dupuis. La configuration morphologique, la faible profondeur, la composition fortement organique du substrat ainsi qu'une grande concentration de fertilisants ont fait du lac Dupuis un milieu favorable au développement excessif des plantes aquatiques. Tous ces facteurs contribuent collectivement à fournir aux plantes à dispersion rapide l'opportunité d'envahir les baies marécageuses. La distribution des Brasénies (*Brasénia*), Nénuphars (*Nuphar*) et des Lis d'eau (*Nympheae*) est remarquable, il en est de même pour les quenouilles (*Thypa*) et les Rubaniers (*Sparganium*).

De plus en plus, par succession évolutive, on verra les plantes de la Rosalière et des endroits palustres succéder aux plantes submergées à feuilles flottantes. Enfin, il est possible de prévoir que chacune des petites baies du lac Dupuis sera envahie par la végétation et se convertira en tourbière dans un avenir rapproché.

CHAPITRE 3

ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DU LAC MASSON

L'interprétation physico-chimique du lac Masson nécessite l'étude attentive de chacune de ses baies. Les paramètres seront groupés de façon à présenter une image globale et aussi de manière à mettre en évidence les dissemblances entre les différentes baies.

3.1 TEMPÉRATURE

A cause de la température estivale de la région il n'y a eu qu'un faible réchauffement de l'épilimnion tandis que la température de l'épaisse couche hypolimnitique se maintenait entre trois et cinq degrés centigrades pendant tout l'été; d'autre part, la thermocline n'a pu être définie qu'au mois d'août. En juillet (mois le plus chaud), la température de la couche superficielle fut maximale; par contre, au mois d'août, cette même masse d'eau commençait déjà à se refroidir. On constate alors une perte de chaleur durant les nuits fraîches qui est plus importante encore que le gain accumulé durant le jour.

Au mois de novembre, un retour sur le lac nous a permis de constater que le brassage d'automne (turnover) donnait des conditions isothermiques à la masse d'eau.

3.2 OXYGÈNE DISSOUS

De façon générale, la répartition de l'oxygène dissous dans les eaux du lac Masson, calculée en "nombre de tonnes d'oxygène" (C.Q.E-4- Fig. 9), démontre une nette augmentation de juin à août dans l'épilimnion, contrairement à une diminution marquée dans le métalimnion.

Cette augmentation est d'abord due à une forte hausse du volume de l'épilimnion. Elle est aussi due aux réactions de photosynthèse des organismes autotrophes et à l'action du vent et des vagues qui permettent une diffusion de l'oxygène atmosphérique dans l'eau.

Par contre, la couche du métalimnion subit une consommation de l'oxygène par les bactéries qui décomposent la matière organique de ce niveau en sels minéraux réutilisables par les algues de la couche supérieure. Cette consommation

d'oxygène n'est alors pas compensée par une production, car la photosynthèse au-delà des limites de la zone trophogène est très limitée.

Dans la couche profonde, le taux d'oxygène demeure relativement constant et s'établit en suivant la courbe de température du milieu et les besoins de consommation chez les hétérotrophes. Il est normal cependant qu'on ait obtenu un nombre de tonnes d'oxygène plus élevé au mois de juin, par suite du brassage des eaux du lac au printemps.

Sauf pour la baie du Nord, les courbes d'oxygène des stations du lac Masson ont tendance à suivre la forme hétérograde négative. D'après la courbe de pourcentage de saturation en oxygène, le point de compensation (taux de production = taux de consommation) se situerait entre 10 et 20 pieds, plus précisément, à la limite de la zone trophogène.

Aux stations 1, 2 et 4 (C.Q.E-4), même avec une valeur maximale de saturation d'oxygène en surface, le déficit est d'environ 50 pour cent à 60 pieds, et plus on descend en profondeur, plus on constate une augmentation du déficit, allant jusqu'à une quasi absence au fond. Cependant, la station 3 (C.Q.E-4) de la baie du sud commence à avoir un déficit en oxygène à partir de 13 pieds; à 50 pieds, l'oxygène n'est saturé qu'à 11 pour cent. Vu sa faible profondeur (50 pieds), la baie du Nord présente une courbe d'oxygène clinograde, de sorte que le déficit augmente graduellement avec la profondeur.

Dans tout le lac, au niveau du métalimnion, il y a une production d'oxygène dans les trois premiers pieds; par la suite, on enregistre une très forte consommation. Cette baisse d'oxygène, de 79 à 40 pour cent de saturation, est due à l'activité des bactéries qui minéralisent la matière organique. Dans la couche hypolimnitique, le déficit en oxygène augmente jusqu'au fond et l'oxygène disparaît complètement.

3.3 pH ET ALCALINITÉ

Les mesures de pH effectuées à chacune des stations du lac Masson montrent une homogénéité de ce paramètre pour l'ensemble du lac avec des valeurs se situant entre six et sept unités.

Par contre, l'alcalinité demeure relativement peu élevée (i.e. entre sept et neuf ppm de $CaCO_3$), donnant ainsi à la masse d'eau un faible pouvoir tampon. Ces eaux sont alors sensibles aux moindres variations de pH lesquelles peuvent être biologiquement infavorables ou même néfastes aux organismes aquatiques.

3.4 CONDUCTIVITÉ ET D.B.O_5

Les valeurs de conductivité enregistrées aux trois strates du lac Masson au cours de l'été se maintiennent entre 50 et 90 µmhos/cm/cm^2. Ces chiffres sont alors caractéristiques d'un faible degré de minéralisation.

Par contre, les valeurs de conductivité à la station 3 (C.Q.E-4) sont le double de celles enregistrées aux autres stations. Les sels minéraux remis en solution contribuent à augmenter l'alcalinité de l'eau de 7 à 11 ppm de $CaCO_3$.

On note des valeurs de D.B.O_5 atteignant 3.9 ppm dans les deux baies des stations 3 et 4 (C.Q.E-4), et ce, dans la couche métalimnitique. C'est aussi dans cette strate qu'on remarque une utilisation excessive de l'oxygène.

3.5 AZOTE (NO_3) ET PHOSPHORE (PO_4)

En ce qui concerne l'indice de fertilisation, on peut constater que les valeurs de nitrates et phosphates sont généralement inférieures au seuil critique (NO_3 = 1.3 ppm et PO_4 = 0.03 ppm) pour le développement intensif des algues (Hasler, 1947).

3.6 ÉTAT PHYSICO-CHIMIQUE DES TRIBUTAIRES

A la station 1 (C.Q.E-4), où se trouve l'exutoire du lac Masson, (tributaire T1) situé à proximité de la municipalité de Sainte-Marguerite-du-lac-Masson, on constate, de façon générale, que la qualité de l'eau est mauvaise. La conductivité de 165 µmhos/cm/cm^2 indique une certaine minéralisation. Avec une D.B.O_5 de huit ppm, ce tributaire se trouve dans des conditions anormales au point de vue oxygénation. Le taux des phosphates était lui aussi très élevé, ce qui caractérise une eau qui est nettement polluée par des eaux d'origine domestique.

Les tributaires T4 et T5 (C.Q.E-4), de la baie de la station 2 servent de décharges à quatre petits lacs environnant cette baie. On dénote dans chacun d'eux un taux de nitrates élevé (2.0 et 3.0 ppm). Ces lacs se déversent dans les échancrures littorales très peu profondes de la baie. L'apport en quantité appréciable de nitrates à cet endroit favorise la production biologique.

CHAPITRE 4

ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DU LAC DUPUIS

La baie dans laquelle se trouvait la station 6 (C.Q.E-4) nécessite une étude particulière du fait qu'elle est très peu profonde (20 pieds) et qu'elle présente des conditions limnologiques particulières. Les conditions physico-chimiques sont réparties presque uniformément dans tout le lac à cause de l'inexistence d'une stratification et du brassage facile de ses eaux.

4.1 TEMPÉRATURE ET OXYGÈNE DISSOUS

Le réchauffement de l'eau par la radiation solaire se transmet jusque dans la couche du fond (20 pieds). Malgré l'absence de stratification thermique, l'eau demeure un peu plus chaude en surface.

A la fin de l'été, la température de l'air ambiant refroidit l'eau en surface et ce refroidissement atteint rapidement la couche du fond pour donner l'isothermie en septembre.

La répartition de l'oxygène dans le lac Dupuis se fait comme ceci: à une profondeur de trois pieds, il y a déjà un déficit d'oxygène; dans la couche médiane la saturation atteint 50 pour cent tandis qu'il y a quasi absence d'oxygène dans les cinq derniers pieds.

4.2 pH

Les eaux du lac Dupuis possèdent une acidité plus marquée par rapport aux baies du lac Masson. Cette baisse de pH semble être causée par une élévation de température sur toute sa profondeur et par une grande consommation d'oxygène par les bactéries. Ces bactéries dégagent du CO_2 et abaissent automatiquement le pH du milieu.

4.3 CONDUCTIVITÉ ET D.B.O.5

D'après les valeurs de conductivité et de $D.B.O_5$ il semble que l'accumulation de la matière organique au fond soit plus rapide que sa décomposition par les micro-organismes. Le peu d'oxygène qui s'y trouve (50 pour cent de saturation dans la couche médiane) est utilisé par les bactéries pour accomplir une certaine décomposition, mais les conditions anoxiques du fond limitent l'activité bactérienne aérobique. En effet, le lac Dupuis contient une masse organique importante, dans laquelle s'effectuent des processus chimiques d'anaérobiose qui provoquent une certaine floculation de cette matière organique et dégagent certains gaz nauséabonds. Des îlots de matière organique situés en surface indiquent l'état actuel de putréfaction du substrat avec toutes les conditions qu'il entraîne.

4.4 FERTILISANTS

Le taux des fertilisants dans le lac demeure inférieur ou égal à la limite pour le développement massif des organismes autotrophes. Il semblerait que la production intense de plantes aquatiques au lac Dupuis joue un certain rôle d'assimilation des fertilisants, de manière à ce qu'ils soient difficilement détectable malgré leur grande disponibilité.

CONCLUSION
ET
REMERCIEMENTS

La division Limnologie du Service Qualité des Eaux met à la disposition de quiconque veut les utiliser, toutes les données qui ont servi à l'étude des lacs Masson et Dupuis, ainsi que toutes les informations concernant les techniques utilisées.

Nous croyons que cette étude est prérequise à l'élaboration d'un plan de protection et de conservation de ces lacs et, de ce fait, nous espérons qu'elle suscitera chez les utilisateurs le désir de mettre sur pieds une association ou tout autre regroupement pour arriver à cette fin.

D'autre part, nous sommes conscients qu'un tel travail exige beaucoup d'efforts et le Service Qualité des Eaux est prêt à collaborer à la réalisation de ces plans selon les problèmes à résoudre.

En dernier lieu, nous tenons à remercier les étudiants qui ont collaboré à cette étude durant l'été 1972, soit: monsieur Pierre Mathieu, monsieur Michel Lagacé, ainsi que monsieur Ghyslain Patoine.

LEXIQUE

ANAÉROBIE: *adj. et n.m.* Se dit des micro-organismes ou de certains tissus vivant en l'absence d'air, donc d'oxygène, et tirant l'énergie nécessaire à leur vie de substances organiques qu'ils décomposent. (Contraire: AÉROBIE).

ANOXIQUE: *adj.* Se dit d'un manque ou déficit d'oxygène dissous qui provoque la mort ou la disparition de certains organismes dans une couche donnée d'une nappe d'eau.

ASSISE ROCHEUSE: *n.f.* Correspond au bouclier qui est une formation précambrienne ou primaire.

AUTOTROPHE: *adj.* Se dit des organismes végétaux et primaires (bactéries) qui sont capables d'élaborer leurs aliments organiques à partir d'éléments minéraux (Contraire: HETEROTROPHE).

BENTHIQUE: *adj.* Se dit de ce qui a trait à l'ensemble des êtres, animaux et végétaux vivant sur le fond de la mer ou des eaux douces.

CAPACITÉ D'EMMAGASINEMENT: *n.f.* Volume d'eau que contient ou que peut contenir un lac.

CLINOGRADE: *adj.* Se dit d'une courbe d'oxygène dissous dont les valeurs sont très élevées en surface et pratiquement nulles au fond.

DENSITÉ DE DRAINAGE: *n.f.* Caractéristique d'un bassin de drainage qui exprime la longueur des canaux d'écoulement par unité de surface.

ÉPILIMNION: *n.m.* Partie supérieure d'un lac, au-dessus de la couche du saut thermique (métalimnion), dans laquelle la répartition des températures, décroissant avec la profondeur n'est pas stable.

EUTROPHE: *adj.* Se dit du stade d'évolution et de vieillissement qu'a atteint un lac ou un étang, qui le mènera irrémédiablement à son comblement, sa mort, sa disparition.

EUTROPHISATION: *n.f.* Vieillissement plus ou moins accéléré d'un lac ou d'un étang.

HÉTÉROGRADE: *adj.* Se dit d'une courbe d'oxygène dissous dont l'allure présente trois paliers correspondant à la stratification thermique.

HYPOLIMNITIQUE: *adj.* Relatif aux êtres et aux choses localisés dans l'hypolimnion ou couche inférieure d'un lac, au-dessous de la couche du saut thermique (métalimnion), à température toujours basse, qui ne varie dans le courant de l'année que dans des limites réduites (quelques degrés seulement).

INFRASTRUCTURE: *n.f.* Ensemble des installations (services, etc...) d'une municipalité qui comprennent des fondations.

MACROFAUNE: *n.f.* Ensemble des êtres macroscopiques composant la faune d'un secteur donné.

MÉTALIMNION: *n.m.* Zone intermédiaire dans un lac entre l'épilimnion et l'hypolimnion où la température s'abaisse rapidement et qu'on appelle aussi pour cette raison, couche du saut thermique ou THERMOCLINE.

MÉSOTROPHE: *adj.* Se dit du stade intermédiaire de vieillissement entre l'oligotrophie et l'eutrophie.

OLIGOTROPHIE: *n.f.* Etat d'un lac jeune dont la production biologique est faible à cause de la pauvreté en constituants nutritifs de sa masse d'eau.

PHYTOPLANCTON: *n.m.* Ensemble des végétaux microscopiques ou de petite taille en suspension dans la mer ou l'eau douce.

PODZOL: *adj. et n.m.* Grand groupe de sols caractéristiques du Québec qui se développe surtout dans les zones assez bien égoutées, froides et humides. Se dit de la qualité de ces sols.

POUVOIR TAMPON: *n.m.* Capacité que possède une solution de maintenir la constance du pH.

PRÉCAMBRIEN: *adj. et n.m.* Age géologique dans la formation rocheuse ou tout ce qui correspond à cet âge géologique. Le bouclier canadien par exemple est un socle cristallin d'âge précambrien. Il se développe depuis environ 7 millions d'années.

RAPPORT PÉRIMETRE/SURFACE: *n.m.* Caractéristique qui exprime la forme géométrique d'un lac.

STADE TROPHIQUE: *n.m.* Stade d'évolution qu'a atteint un lac ou un étang.

ZONE TROPHOGÈNE: *n.f.* Partie supérieure d'un lac soumise à l'action de la lumière qui permet la synthèse des substances organiques par l'activité des végétaux verts du plancton ou des rives.

B I B L I O G R A P H I E

A.P.H.A., A.W.W.A., W.P.C.T., 1971. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Thirteenth Edition. 1015 Eighteenth Street, N.W. Washington, D.C. 20036. 874 pages.

ARDA, sept. 1969. Inventaire des terres du Canada. Les systèmes de classement des possibilités d'utilisation des sols. Publié par l'administration ARDA-Québec.

BARTSCH, A.F., 1969. Accelerated Eutrophication of Lakes Ecological. Department of Interior, Federal Water Pollution Control Administration, Pacific Northwest Water Laboratory, Corvallis, Oregon.

BARTSCH, A.F., 1970. Eutrophication: A threat to Water Resources. Presented at the American Water Resources Association National Symposium on Hydrobiology, Miami Beach, Florida, June 24-27.

CHARLOT, G., 1967. Cours de chimie analytique général. Tome 1, Solutions aqueuses et non aqueuses. Masson et Cie, éditeurs, 120 Boulevard Saint-Germain, Paris VI. 260 pages.

COOKE, D.G., and R.L. KENNEDY, 1970. Eutrophication of Northeastern Ohio Lakes. The Ohio Journal of Sciences, 70(3): 150. May 70.

COTÉ, P.E., 1960. Région de Chertsey. Rapport géologique no 93. Ministère des Richesses naturelles, Québec. 35 pages.

DEPARTMENT OF ENERGY, MINES AND RESOURCES, 1970. The control of Eutrophication. Prepared by the Canada Centre for Inland Waters, Burlington, Ontario. Fisheries Research Board of Canada, Winnipeg and Inland Waters Branch, Ottawa. Technical Bulletin No. 26. Department of Energy, Mines and Resources, Canada.

DERRUAU, M., 1967. Précis de géomorphologie. Masson et Cie, 120 Boulevard Saint-Germain, Paris VI. 415 pages.

DUSSART, B., 1966. Limnologie. Gauthier-Villars, Paris, 676 pages.

DUTKA, B.J., 1972. Technical and Practical Consideration in the Microbial Contamination of Water. Canada Centre for Inland Waters, Burlington, Ontario, Canada.

EDMONDSON, W.T., editor, 1966. Fresh-Water Biology. John Wiley & Sons Inc., New York. 1248 pages.

EDMONDSON, W.T., and G.G., Windberg, 1971. A manual on Methods for the Assessment of Secondary Productivity in Fresh Waters. I.B.P. Handbook No. 17. Blackwell Scientific Publications, Oxford, England. 358 pages.

FASSETT, C., 1966. A Manual of Aquatic Plants. The University of Wisconsin Press, Wisconsin. 405 pages.

FRÈRE MARIE VICTORIN, 1964. Flore Laurentienne. Les Presses de l'université de Montréal, Montréal. 925 pages.

FREY, D.G., editor, 1966. Limnology in North America. The University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin. 734 pages.

GAUTHIER, J.P., ALAIN, J. et R. LEVESQUE, 1971. Etudes limnologiques des lacs Des Sables, Manitou, Montagne Noire, St-Joseph, Ste-Marie. Ministère des Richesses naturelles, Québec. 144 pages.

GOUNOT, M., 1969. Méthodes d'étude quantitative de la végétation, Masson et Cie, Paris. 314 pages.

GREAT LAKES FISHERY COMMISSION, 1964. Limnological Survey of Lake Ontario. Great Lake Fishery Commission, 1451 Green Road, An Arbor, Michigan.

HASLER, A.D., 1947. Eutrophication of Lakes by Domestic Drainage. Ecology, 28, 383.

HINDE, J.N., 1969. Revitalizing Water the Natural Way. Prepared especialy for the 89th Annual Conference of the American Water Works Association, May 18-22. Hinde Engineering Company, Highland Park, Illinois. 17 pages.

HOLME, N.A. and A.D. McINTYRE, 1971. Methods for the Study of Marine Benthos. I.B.P. Handbook No. 16. Blackwell Scientific Publications, Oxford, England. 336 pages.

HUTCHINSON, G.E., 1957. A Treatise on Limnology. Volume 1. John Wiley & Sons, Inc., New York. 1015 pages.

HUTCHINSON, G.E., 1967. A Treatise on Limnology. Volume 2. John Wiley & Sons, Inc., New York. 1115 pages.

HYNES, H.B.N., 1966. The Biology of Polluted Waters. Liverpool University Press, 123 Grove Street, Liverpool 7. 202 pages.

JARNEFELT, 1956. Voir "Hutchinson, G.E., 1957. A Treatise on Limnology. Volume 2".

JONASSON, 1969. Voir "National Academy of Sciences, 1969. Eutrophication: Causes, Consequences, Correctives".

KLUGMAN, M.A., 1960. Région de Doncaster, Rapport géologique 94, Ministère des Richesses naturelles, Québec. 30 pages.

LAJOIE, P.G., 1960. Les sols des comtés d'Argenteuil, Deux-Montagnes et Terrebonne. Ministère de l'Agriculture du Canada en collaboration avec le ministère de l'Agriculture du Québec et le collège MacDonald, Université McGill, Québec. 148 pages.

MACKIE, C.L., and QUADRI, S.V., 1971. A Quantitative Sampler for Aquatic Phytomacrofauna. Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 28(9): 1322-1324.

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU COMMERCE, 1971. Bureau de la Statistique du Québec, Québec.

MINISTÈRE DES MINES, 1946. La géologie de Québec, Volume II. Rapport géologique no. 20. Province de Québec, Canada. 647 pages.

MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES, 1967. Relations entre les facteurs d'ordre géologique et les caractéristiques de l'écoulement, ST-MARTIN H., Québec. 50 pages.

MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES, 1968. Carnet de l'observateur météorologique. Service de la Météorologie, Québec.

MINISTÈRE DE LA SANTE NATIONALE ET DU BIEN-ETRE SOCIAL, 1969. Normes et objectifs de l'eau potable au Canada. Canada. 42 pages.

MUNAWAR, M. and NAUWERCK, A., 1972. I F Y G L Plankton Workshop Report, January 26, 27. Canada Centre for Inland Waters, Burlington, Ontario, Canada.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1969. Eutrophication: Causes, Consequences, Correctives. 2101 Constitution Avenue, Washington, D.C. 20418. 661 pages.

NAUMAN, 1931. Voir "Hutchinson, C.E., 1967. A Treatise on Limnology. Volume 2".

NISBET, M. et J. Verneaux, 1970. Composantes chimiques des eaux courantes. Annales de Limnologie, tome 6, fascicule 2, pages 161-190.

NORMANT, H., 1963. Chimie organique. Masson et Cie, éditeurs, 120 Boulevard Saint-Germain, Paris VI. 453 pages.

OZENDA, P., 1964. Biogéographie végétale. Doin et Cie, 8 Place de l'Odéon, Paris VI. 374 pages.

PALMER, M.C., 1962. Algae in Water Supplies. U.S. Department of Health, Education and Welfare Public Health Service, Washington 25, D.C. 88 pages.

PEARSALL, 1921, 1932. Voir "Hutchinson, G.E., 1967. A Treatise on Limnology. Volume 2".

PENNAK, R.W., Ph. D., 1953. Fresh-Water Invertebrates of the United States. The Ronald Press Company, New York. 769 pages.

PERRIER, R., 1965. Hauteur, fréquence, durée des précipitations dans la région de Québec. Ministère des Richesses naturelles, Québec. 38 pages.

POISSONET, P. et J. POISSONET, 1969. Etude comparée des diverses méthodes d'analyses de la végétation des formations herbacées denses et permanentes. C.N.R.S., no. 50. Mont-Pellier, France. 113 pages.

PRESCOTT, G.W., 1970. The Freshwater Algae: How to Know. WMC Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa. 348 pages.

RAYMOND, R., 1963. Notions élémentaires de pédologie. Service de l'Information et des Recherches, ministère de l'Agriculture et de la Colonisation. Québec. 15 pages.

RAWSON, 1956. Voir "Hutchinson, G.E., 1967. A Treatise on Limnology. Volume 2".

RAWSON, 1965. Morphometry as a Dominant Factor in the Productivity of Lakes. Proc. Internat. Assoc. of Theoritical Applied Limnology, Vol. 12.

RODIER, J., 1966. L'analyse chimique et physico-chimique de l'eau. Dunod, Paris. 412 pages.

SAWYER, C.N., 1965. Basic Concepts of Eutrophication. Presented at the 38th Annual Conference of Water Pollution Federation in Atlantic City, N.J., Oct. 10-14, 1965.

SCOTT, Al. 1968. Les sols; nature, propriétés, améliorations. Librairie Beauchemin Limitée, Montréal. 372 pages.

SEDDON, G., 1971. Aquatic Macrophytes as Limnological Indicators. Freshwater Biology 2 (2); 107-130.

SILVEY, J.K., D.E. HENLEY and J.T. WYATT, 1972. Planktonic Blue-Green Algae: Growth and Odor-Production Studies. Journal AW WA, January 1972, 64(1): 35-39.

SMITH, G.M., 1950. The Fresh-Water Algae of the United States. McGraw-Hill Book Company, Toronto. 719 pages.

STRAHLER, A.N., 1962. Physical Geography. John Wiley & Sons, Inc., New York. 534 pages.

STRICKLAND, J.D.H., and T.R. PARSONS, 1972. A Practical Handbook of Seawater Analysis. Fisheries Research Board of Canada, Ottawa, Canada. Bulletin 167. 310 pages.

TARZWELL, C.M., 1963. Sanitational Limnology, tiré de: Limnology in North America, Edited by David G. Frey, Madison, Wisconsin, 653-666.

TENNESSEE VALLEY AUTHORITY, 1970. TVA Activities Related to Study and Control of Eutrophication in the Tennessee Valley. Div. of Environ. Research Develop. TVA, Chattanooga, Tennessee 37401.

USINGER, R.L., editor, 1968. Aquatic Insects of California. University of California Press, Los Angeles. 508 pages.

VILLENEUVE, G.O., 1967. Sommaire climatique du Québec. Ministère des Richesses naturelles, Québec. 168 pages.

VOLLENWEIDER, R.A., 1971. A Manual on Methods for Measuring Primary Production in Aquatic Environments. I.B.P. Handbook no. 12. Blackwell Scientific Publications, Oxford, England. 213 pages.

WELCH, P.S., Ph. D., 1952. Limnology. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York. 538 pages.

L'ÉDITEUR OFFICIEL DU QUÉBEC
PRIX: $1.00

MAPS

NOT FILMED

CARTES

NON FILMÉ

Micromedia
ProQuest

20 Victoria Street
Toronto, Ontario M5C 2N8
Tel.: (416) 362-5211
Toll Free: 1-800-387-2689
Fax: (416) 362-6161
Email: info@micromedia.on.ca